

08 OCT. 1998

09/284382



3/

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

REC'D 19 OCT 1998

WIPO

PCT

PRIORITY DOCUMENT

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 02 SEP. 1998

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

This Page Blank (uspto)

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

01.02.1997

97 10841 -

75

1-9-97

1

**NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE**

ALCATEL ALSTHOM
Département PI
Monsieur Bernard LAMOUREUX
30 avenue Kléber
75116 PARIS

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande
de brevet européen



demande initiale

☐ brevet d'invention

n° du pouvoir permanent

références du correspondant

téléphone

PG 05202

F° 100739PA/LA

0140676300

☐ certificat d'utilité n°

date

Établissement du rapport de recherche

☐ diffère

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

SYSTÈME DE TRANSMISSION OPTIQUE A REFLECTOMETRIE OPTIQUE TEMPORELLE
COHERENTE

3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

5.4.2.0.1.9.0.9.6

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE

Forme juridique

Société anonyme dite

Nationalité (s) Française

Adresse (s) complète (s)

4 rue La Boétie
75008 PARIS

Pays

FRANCE

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

B. LAMOUREUX / LC 040 A



BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITE

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

2710841

F° 100739PA - LA/TPM

TITRE DE L'INVENTION :

SYSTEME DE TRANSMISSION OPTIQUE A REFLECTOMETRIE OPTIQUE
TEMPORELLE COHERENTE

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Société anonyme dite :

ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

- LETELLIER Vincent
144 avenue d'Italie
75013 PARIS, FRANCE
- GAUTHERON Olivier
10 rue Saint-Martin
78180 MONTIGNY-LE-BRETONNEUX, FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature ~~de l'inventeur~~ du mandataire

01.09.1997 PARIS

B. LAMOUREUX

SYSTEME DE TRANSMISSION OPTIQUE A REFLECTOMETRIE
OPTIQUE TEMPORELLE COHERENTE

La présente invention a pour objet une liaison par fibre optique non
5 bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique des amplificateurs pour
permettre la COTDR. Elle concerne aussi un procédé de réduction des interactions
entre le signal dans un sens de transmission et le bruit rétrodiffusé provenant de
l'autre sens de transmission dans une telle liaison.

L'invention concerne la réflectométrie optique temporelle cohérente, connue
10 sous l'acronyme COTDR correspondant à son appellation en langue anglaise
(coherent optical time domain reflectometry). La COTDR permet de surveiller la
qualité des liaisons optiques.

L'utilisation de la COTDR dans les systèmes de transmission optique non-
bidirectionnel à répéteurs impose de prévoir un bouclage des répéteurs, de sorte à
15 permettre la transmission du signal de réflectométrie utilisé; en effet, les
amplificateurs des répéteurs présentent des isolateurs bloquant la transmission du
signal d'OTDR réfléchi. Un tel montage de mesure par COTDR dans un système de
transmission non-bidirectionnel à amplificateurs est par exemple décrit dans un
article de S. Fukurawa et al., Enhanced coherent OTDR for long span optical
20 transmission lines containing optical fiber amplifiers, IEEE Photonics Technology
Letters, 1995, vol. 7 no 5, pp. 540-542.

R.K. Staubli et al., Crosstalk penalties due to coherent Rayleigh noise in
bidirectional optical communication systems, Journal of Lightwave Technology,
1991, vol. 9 no. 3, décrit dans des systèmes de transmission bidirectionnels les effets
25 du battement entre le signal se propageant dans une direction et le bruit généré par la
rétrodiffusion Rayleigh du signal se propageant dans l'autre direction. Ce document
n'évoque pas les systèmes non-bidirectionnels, Il y est précisé que dans le cas des
systèmes bidirectionnels à double source, avec des longueurs d'onde différentes dans
les deux sens de propagation, il n'y a pas d'interférence détectable entre la lumière
30 Rayleigh rétrodiffusée et le signal. Pour des systèmes bidirectionnels à source
unique, la limite due aux effets du battement est évaluée, mais aucune solution
pratique n'est proposé pour dépasser cette limite,

O. Gautheron et al., COTDR performance optimisation for amplified
transmission systems, IEEE Photonics Technology Letters, 1997, vol. 7 no 5, pp.
35 1041- 1043 décrit deux types de bouclage des amplificateurs pour des systèmes de
transmission non-bidirectionnels; il décrit encore, lorsque l'on utilise les mêmes
longueurs d'onde dans les deux sens de transmission, l'impact du bruit de Rayleigh
cohérent sur les performances du système. Cet article propose, pour réduire cet

impact, de prévoir dans le système de transmission un brouillage de polarisation à haute vitesse, et de limiter à + 2 dBm la puissance émise par longueur d'onde.

5 L'invention propose, pour un système de transmission optique amplifiée non-bidirectionnel, avec un bouclage des répéteurs, une solution au problème du battement entre un signal se propageant dans une direction et la rétrodiffusion Rayleigh du signal se propageant dans l'autre direction. La solution de l'invention permet de limiter, ou encore d'annuler l'effet de ce battement, par des moyens simples. Elle permet de dépasser les limites sur la puissance des solutions connues.

10 Plus précisément, l'invention propose une liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique des amplificateurs pour permettre la COTDR, caractérisée par des longueurs d'onde différentes dans les deux sens de transmission.

15 L'invention propose encore un procédé de réduction des interactions entre le signal dans un sens de transmission et le bruit rétrodiffusé provenant de l'autre sens de transmission dans une liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique des amplificateurs pour permettre la COTDR, caractérisée par l'utilisation de longueurs d'onde différentes dans les deux sens de transmission.

20 Avantageusement, dans cette liaison ou selon ce procédé, les longueurs d'onde dans les deux sens de transmission sont choisies de sorte que le signal rétrodiffusé provenant du signal dans un sens de transmission subisse une forte atténuation lorsqu'il traverse le filtre de réception d'un canal de l'autre sens de transmission.

25 Dans cette liaison ou selon ce procédé, les longueurs d'onde dans les deux sens de transmission peuvent être choisies de sorte que le signal rétrodiffusé provenant du signal dans un sens de transmission subisse une atténuation d'un facteur d'au moins 10 lorsqu'il traverse le filtre de réception d'un canal de l'autre sens de transmission.

30 De préférence, dans le cas d'émission dans chacun des sens de transmission d'un multiplex en longueurs d'onde, les longueurs d'ondes du multiplex dans un des sens de transmission sont intercalées entre les longueurs d'ondes du multiplex dans l'autre sens de transmission.

L'invention propose aussi une liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique des amplificateurs pour permettre la COTDR, caractérisée par des moyens d'élargissement spectral du signal sur au moins un des sens de transmission.

35 Dans un mode de réalisation, ces moyens d'élargissement spectral comprennent des moyens de modulation de longueur d'onde. Avantageusement, ceux-ci assurent une modulation de longueur d'onde avec une vitesse de modulation comprise entre 0,5 kHz et 10 GHz, de préférence entre 1 kHz et 5 GHz. Les moyens de modulation

de longueur d'onde font de préférence varier la longueur d'onde sur une plage supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

5 Dans un mode de réalisation, les moyens d'élargissement spectral comprennent des moyens de modulation du courant d'injection d'un laser d'un émetteur d'au moins un des sens de transmission.

10 Dans un autre mode de réalisation, les moyens d'élargissement spectral comprennent des moyens de modulation de phase. Ceux-ci assurent avantageusement une modulation avec une vitesse de modulation supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

15 L'invention propose enfin un procédé de réduction des interactions entre le signal dans un sens de transmission et le bruit rétrodiffusé provenant de l'autre sens de transmission dans une liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique des amplificateurs pour permettre la COTDR, caractérisée par un élargissement spectral du signal sur au moins un des sens de transmission.

20 Dans un mode de réalisation, l'élargissement spectral comprend une modulation de longueur d'onde, par exemple avec une vitesse de modulation est comprise entre 0,5 kHz et 10 GHz, de préférence entre 1 kHz et 5 GHz. La modulation de longueur d'onde peut faire varier la longueur d'onde sur une plage supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

L'élargissement spectral s'effectue de préférence par modulation du courant d'injection d'un laser d'un émetteur d'au moins un des sens de transmission.

25 Dans un autre mode de réalisation, l'élargissement spectral comprend une modulation de phase, par exemple avec une vitesse de modulation supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés qui montrent:

- figure 1, une représentation schématique d'un système de transmission optique amplifiée non-bidirectionnel, avec des bouclages entre les répéteurs;
- figure 2, une représentation schématique des longueurs d'onde utilisées selon l'invention dans le système de la figure 1.

35 La figure 1 montre une représentation schématique d'un système de transmission optique amplifiée non-bidirectionnel, avec des bouclages entre les répéteurs. Le système de la figure 1 comprend une fibre amont 1 et une fibre aval 2.

Des émetteurs amont 3 et aval 4 émettent respectivement des signaux dans les fibres 1 et 2. Des récepteurs amont 5 et aval 6, disposés de l'autre côté des fibres 1 et 2, reçoivent les signaux correspondants. Un dispositif amont 8 de COTDR, situé du même côté que l'émetteur amont et que le récepteur aval émet des signaux dans la
 5 fibre 1 et reçoit les signaux en provenance de la fibre 2. Un dispositif aval 9 de COTDR, situé du même côté que l'émetteur aval et que le récepteur amont émet des signaux dans la fibre 2 et reçoit les signaux en provenance de la fibre 1.

La figure 1 montre deux répéteurs 10 et 11, dans les configurations possibles de bouclage optique. Chacun des répéteurs 10 et 11 comprend un amplificateur optique
 10 amont 13 et 15, et un amplificateur optique aval 14 et 16, respectivement disposés sur les fibres amont 1 et aval 2. Le répéteur 10 présente deux fibres de bouclage 18 et 19, qui relient respectivement l'entrée de l'amplificateur amont 13 à la sortie de l'amplificateur aval 14 et la sortie de l'amplificateur amont 13 à l'entrée de l'amplificateur aval 14. Le répéteur 11 présente une fibre de bouclage 21, qui relie la
 15 sortie de l'amplificateur amont 15 à la sortie de l'amplificateur aval 16. Les fibres de bouclage 18, 19 et 21 permettent au signal de COTDR réfléchi de rejoindre le dispositif de COTDR dont il provient. Un système comme celui de la figure 1 est décrit dans l'article de O. Gautheron et al. visé plus haut.

Dans un tel système, la puissance rétrodiffusée par effet Rayleigh sur la fibre
 20 amont est transmise sur la fibre aval 2, et pénalise la transmission. Dans un premier mode de réalisation, l'invention propose, pour réduire la pénalité induite sur la transmission, d'utiliser des longueurs d'onde différentes dans les deux sens de transmission, de sorte à diminuer ou annuler dans la ou les fenêtres de réception d'une des directions de transmission la puissance rétrodiffusée provenant de l'autre
 25 direction de transmission. La différence de longueur d'onde entre les deux sens de transmission est de préférence supérieure à la dérive des émetteurs, par exemple supérieure à la dérive des lasers utilisés comme émetteurs. Une différence de 0,4 ou 0,5 nm peut être suffisante. Avantagusement, dans le cas de multiplexage en longueurs d'onde (WDM), les longueurs d'ondes dans les deux sens de transmission
 30 sont décalées de sorte à intercaler les différents canaux. La figure 2 montre l'allure possible des spectres dans un des deux sens de transmission. Les canaux de transmission sont représentés par les traits verticaux 25 et 26. Les rectangles pointillés 27 et 28 représentent les fenêtres de réception correspondantes. Les rectangles en traits pleins 29 et 30 représentent le bruit rétrodiffusé depuis l'autre sens
 35 de transmission.

Dans une transmission du type de celle représentée à la figure 1, avec des fibres à dispersion décalée (DSF) ou des fibres standard, on peut ainsi utiliser dans le sens amont des canaux à des longueurs d'ondes λ_1 et λ_3 de 1550 et 1552 nm, et dans le

sens aval des canaux à des longueurs d'ondes λ_2 et λ_4 de 1551 et 1553 nm. Dans une telle allocation de longueurs d'onde, on peut prévoir des fenêtres de réception de 0,5 nm pour chaque canal. Une telle configuration permet d'assurer une forte atténuation du signal rétrodiffusé depuis un sens de transmission, lorsqu'il traverse le filtre de

5 réception des canaux de l'autre sens de transmission. Un facteur d'atténuation au moins égal à 10, i.e. une réduction du signal rétrodiffusé à moins de 10% de sa puissance fournit de bons résultats. On limite ainsi simplement les pénalités dues à l'interaction avec le signal rétrodiffusé.

L'invention permet ainsi une exploitation optimale du système de transmission,

10 malgré la présence des bouclages optiques des amplificateurs, tout en assurant la transmission efficace des signaux de COTDR.

Dans un second mode de réalisation, l'invention propose encore de réduire les interactions entre le signal dans un sens de transmission et le bruit rétrodiffusé provenant de l'autre sens de transmission, en prévoyant un élargissement spectral du

15 signal sur au moins un sens de transmission. Ceci a pour effet d'élargir de façon correspondante le spectre du signal rétrodiffusé par effet Rayleigh; l'effet du battement avec le signal dans l'autre sens de transmission est alors réduit dans la fenêtre de réception de cet autre sens de transmission.

Cet élargissement spectral peut être effectué sur le signal dans un des sens de

20 transmission. Il est aussi possible de mettre en oeuvre un tel élargissement spectral dans les deux sens de transmission, encore que ceci ne soit pas indispensable pour atteindre les résultats de l'invention.

Cet élargissement spectral peut par exemple être réalisé par modulation de la longueur d'onde du signal émis. La vitesse de modulation est avantageusement

25 comprise entre quelques kHz et quelques GHz, par exemple entre 0,5 kHz et 10 GHz. L'amplitude de modulation est typiquement supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison. Une amplitude de modulation de quelques GHz, par exemple 5 ou 10 GHz dans le cas d'une liaison à 2,5 Gbit/s est appropriée. Dans le cas d'une liaison WDM (multiplexage en longueur

30 d'onde), on entend par débit de la liaison le débit par canal.

Une telle modulation de longueur d'onde peut être mise en oeuvre simplement par modulation du courant d'injection d'un laser servant de source lumineuse dans un émetteur du système de transmission. Cette solution est particulièrement avantageuse dans le cas d'une modulation de longueur d'onde à basse fréquence, typiquement en

35 dessous de quelques kHz, ou 1 kHz; en effet, dans ce cas, la modulation d'intensité parasite engendrée par la modulation de longueur d'onde du laser est absorbée ou lissée par le post-amplificateur de l'émetteur, s'il en existe un.

- Dans les autres cas, la modulation d'intensité parasite peut rester parfaitement acceptable et ne pas entraîner de dégradation importante des performances de la liaison. Il est aussi possible d'utiliser comme émetteur des laser à plusieurs sections. La modulation du courant d'injection d'une des sections du laser peut permettre de
- 5 moduler la longueur d'onde du signal, sans modulation parasite de l'intensité du signal. Une modulation de longueur d'onde à haute vitesse, par exemple à des vitesses de 1 ou quelques GHz permet d'atténuer le battement entre le signal rétrodiffusé et le signal se propageant dans l'autre sens de transmission, au moins dans les fenêtres de réception de cet autre sens de transmission.
- 10 Dans un autre mode de réalisation, l'invention propose d'effectuer une modulation de phase à haute vitesse du signal sur au moins un des sens de transmission. L'interaction entre le signal réfléchi par rétrodiffusion Rayleigh et le signal se propageant dans l'autre sens de transmission est alors moins gênante. Cette solution présente l'avantage de ne pas entraîner de modulation d'intensité parasite.
- 15 Cette solution peut être mise en oeuvre en disposant en aval de l'émetteur 3 ou 4 un modulateur de phase, avec une vitesse de modulation supérieure à quelques fois le débit de la liaison, par exemple supérieure à deux fois le débit de la liaison. Une vitesse de modulation comprise entre 5 GHz et 10 GHz est appropriée pour une liaison à 2,5 Gbit/s. De nouveau, dans le cas d'une liaison WDM, on entend par débit
- 20 de la liaison le débit par canal. L'amplitude de modulation est indifférente, et peut être choisie entre 0 et 2π . Une valeur de π fournit de bons résultats.
- Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples et modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art. On pourrait ainsi utiliser d'autres moyens de
- 25 modulation que ceux décrits.

REVENDICATIONS

1.- Liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique (18, 19, 21) des amplificateurs (13, 14; 15, 16) pour permettre la COTDR, caractérisée par des longueurs d'onde différentes dans les deux sens de transmission.

2.- Liaison selon la revendication 1, caractérisé en ce que les longueurs d'onde dans les deux sens de transmission sont choisies de sorte que le signal rétrodiffusé provenant du signal dans un sens de transmission subisse une forte atténuation lorsqu'il traverse le filtre de réception d'un canal de l'autre sens de transmission.

3.- Liaison selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les longueurs d'onde dans les deux sens de transmission sont choisies de sorte que le signal rétrodiffusé provenant du signal dans un sens de transmission subisse une atténuation d'un facteur d'au moins 10 lorsqu'il traverse le filtre de réception d'un canal de l'autre sens de transmission.

4.- Liaison selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé par l'émission dans chacun des sens de transmission d'un multiplex en longueurs d'onde, les longueurs d'ondes du multiplex dans un des sens de transmission étant intercalées entre les longueurs d'ondes du multiplex dans l'autre sens de transmission.

5.- Procédé de réduction des interactions entre le signal dans un sens de transmission et le bruit rétrodiffusé provenant de l'autre sens de transmission dans une liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique (18, 19, 21) des amplificateurs (13, 14; 15, 16) pour permettre la COTDR, caractérisée par l'utilisation de longueurs d'onde différentes dans les deux sens de transmission.

6.- Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les longueurs d'onde dans les deux sens de transmission sont choisies de sorte que le signal rétrodiffusé provenant du signal dans un sens de transmission subisse une forte atténuation lorsqu'il traverse le filtre de réception d'un canal de l'autre sens de transmission.

7.- Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les longueurs d'onde dans les deux sens de transmission sont choisies de sorte que le signal rétrodiffusé provenant du signal dans un sens de transmission subisse une atténuation

d'un facteur d'au moins 10 lorsqu'il traverse le filtre de réception d'un canal de l'autre sens de transmission.

5 8.- Procédé selon la revendication 5, 6 ou 7, caractérisé par l'émission dans chacun des sens de transmission d'un multiplex en longueurs d'onde, les longueurs d'ondes du multiplex dans un des sens de transmission étant intercalées entre les longueurs d'ondes du multiplex dans l'autre sens de transmission.

10 9.- Liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique (18, 19, 21) des amplificateurs (13, 14; 15, 16) pour permettre la COTDR, caractérisée par des moyens d'élargissement spectral du signal sur au moins un des sens de transmission.

15 10.- Liaison selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens d'élargissement spectral comprennent des moyens de modulation de longueur d'onde.

20 11.- Liaison selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de modulation de longueur d'onde assurent une modulation de longueur d'onde avec une vitesse de modulation comprise entre 0,5 kHz et 10 GHz, de préférence entre 1 kHz et 5 GHz.

25 12.- Liaison selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que les moyens de modulation de longueur d'onde font varier la longueur d'onde sur une plage supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

30 13.- Liaison selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que les moyens d'élargissement spectral comprennent des moyens de modulation du courant d'injection d'un laser d'un émetteur d'au moins un des sens de transmission.

14.- Liaison selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisée en ce que les moyens d'élargissement spectral comprennent des moyens de modulation de phase.

35 15.- Liaison selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens de modulation de phase assurent une modulation avec une vitesse de modulation supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

16.- Procédé de réduction des interactions entre le signal dans un sens de transmission et le bruit rétrodiffusé provenant de l'autre sens de transmission dans une liaison par fibre optique non bidirectionnelle et amplifiée, présentant un bouclage optique (18, 19, 21) des amplificateurs (13, 14; 15, 16) pour permettre la COTDR, caractérisée par un élargissement spectral du signal sur au moins un des sens de transmission.

17.- Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'élargissement spectral comprend une modulation de longueur d'onde.

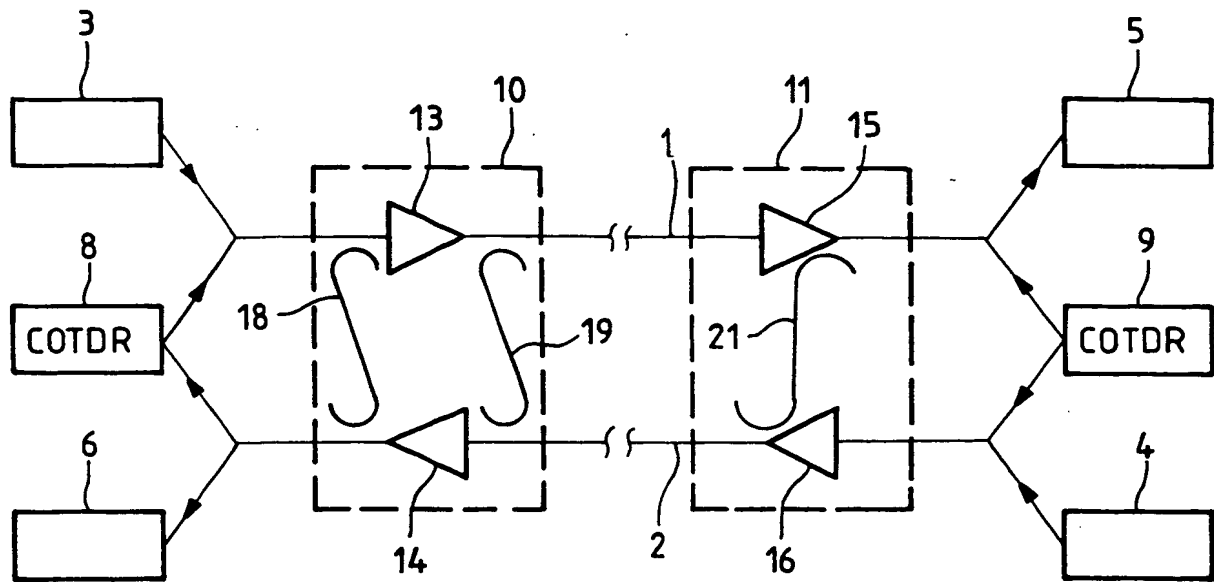
18.- Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que la vitesse de modulation est comprise entre 0,5 kHz et 10 GHz, de préférence entre 1 kHz et 5 GHz.

19.- Procédé selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que la modulation de longueur d'onde fait varier la longueur d'onde sur une plage supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

20.- Procédé selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que l'élargissement spectral s'effectue par modulation du courant d'injection d'un laser d'un émetteur d'au moins un des sens de transmission.

21.- Procédé selon l'une des revendications 16 à 20, caractérisé en ce que l'élargissement spectral comprend une modulation de phase.

22.- Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que la vitesse de modulation est supérieure à quelques fois le débit de la liaison, de préférence supérieure à deux fois le débit de la liaison.

FIG_1FIG_2